

⑯日本国特許庁
公開特許公報

①特許出願公開
昭52-95581

⑤Int. Cl².
C 23 C 15/00

識別記号
104

⑥日本分類
13(7) D 62
12 A 27

府内整理番号
7128-42
7128-42

⑦公開 昭和52年(1977)8月11日
発明の数 1
審査請求 未請求

(全 10 頁)

⑧スパッタ装置

⑨特 願 昭51-13015

⑩出 願 昭51(1976)2月9日

⑪發明者 三隅孝志

府中市西谷五丁目8番1号日電
バリアン株式会社内

⑫發明者 細川直吉

府中市四谷五丁目8番1号日電
バリアン株式会社内

⑬出願人 日電バリアン株式会社

府中市四谷五丁目8番1号

⑭代理人 弁理士 内原晋

明細書

発明の名称

スパッタ装置

特許請求の範囲

真空容器内に配設されたターゲットと、該ターゲットの近傍に磁界を形成する手段とを備えるスパッタ装置において、該ターゲットと該ターゲット近傍の磁界との相対的位置関係を時間的に変動せしめる手段を有するスパッタ装置。

発明の詳細な説明

本発明は磁界中の放電を利用して被膜を形成するスパッタ装置の構造に関するものである。

直交電磁界放電を利用した実用的なスパッタ装置のターゲット近傍における磁界の分布は一般に不均一である。この磁界の分布の不均一性は、電極の形状によつて解消される場合もあるが、一般には電子を磁界で閉じ込めて放電の効率を上げ高

密度のプラズマを発生することにより被膜形成速度を上昇。かつ基板温度上昇を低くするという直交電磁界放電によるスパッタ装置には本質的に存在する。この不均一磁界分布の結果、ターゲット表面は不均一なイオン衝撃を受け、局部的な融蝕を受ける。このため通常ターケットの寿命は局部的な融蝕から決まり、特にターケットの材質が融蝕を発する場合には不耐用であつた。他方ターケットの融蝕部分はスパッタが非常に強く起るため、基板側のスパッタ膜の厚さの分布はこの融蝕部の形状から決まつてしまつた状態であつた。このために如何なる形状よりも寸法がターケットに対しても均一な分布を保ることはできず、比較的融蝕され易い形状および寸法のターケットしか実用化できないという問題があつた。

さらに、従来の直交電磁界を利用したスパッタ装置は、ターケットから放出された電子の回転方向が必ずおよび電界で一様的に定まつてしまつたので、基板が静止している場合には基板の一部分のみ電子衝撃を受け、他の部分は全く受けないといふこ

5

10

15

20

電極構造を改良した直交電磁界放電のスパッタ装置を提供することにある。

本発明の他の目的は、基板ホルダー上のスパッタ被膜厚の分布を均一にするスパッタ装置を提供することにある。
5

本発明のさらに他の目的は、ターゲット表面の局部的汚染層によるアーケ放電の発生あるいは被膜中への不純物の混入を防止できるスパッタ装置を提供することにある。

本発明は、電磁界直交放電を利用してスパッタ装置において、ターゲット近傍の磁界とターゲットとの相対位置を時間的に変動させる手段を有するスパッタ装置にある。
10

次に図面により本発明を詳細に説明する。

第1図は、従来の棒状ターゲットから構成されるマグネットロン型スパッタ装置の一部を切り欠いた透視図。第2図はその構成図である。図においてスパッタ装置は、真空容器10を排気する真空ポンプなどの排気系20と、真空容器10にガスを導入して 10^{-1} 乃至 10^{-4} Torrの圧力に設定す
15

20

るガス導入系30と、真空容器10の内部に設けられてベースプレート11に取付けられた絶縁ポート12を介して固定された円筒形状ターゲット40と、このターゲット周囲の筒状の基板ホルダ-41と、このターゲットに負電圧を供給する電源系50と、このターゲット40と基板ホルダ-41のある空間にターゲット軸と平行な主成分の磁界をつくるためターゲット40内部に備えられてある永久磁石60とから構成される。絶縁ポート12とターゲット40の一部は、アース電位のシールド13によりスパッタ粒子の飛来を防いでいる。アース電位の上部シールド14は、真空容器10内でターゲット40の両端部に加えられる電界を対称にするためのものであり、絶縁スペーサ15でターゲットに固定してかつ電気的にターゲットから浮してある。また電源50は直流電源の代りに高周波電源を用いることもある。永久磁石60は1個の磁石の代りに複数個の磁石を用いることもある。このような構造のスパッタ装置は適当な負電圧をターゲットに供給するとターゲッ

トと基板ホルダーとの空間でマグネットロン放電を発生し、これによつて生じた陽イオンがターゲットを衝撃して基板面に被膜を形成する。

第3図(A)は第2図におけるターゲットとその内部に設定された永久磁石の断面図であり、第3図(B)はこれによつて発生するターゲット周囲の磁界、ターゲット面のエッティング割合および基板の膜厚のスパッタ特性のグラフでターゲット軸方向に関する分布を示す。ターゲット表面から一定の距離にあるターゲット軸方向の磁界の分布は、一点鎖線のようによく磁石の端部効果により不均一となる。この場合のターゲットのエッティング分布は破線で示すように磁界の不均一性に応じて中央部で深く、両端部で浅く均一でない。
5

また、膜厚分布は実線で示すように、中央部で厚く両端部で薄い不均一な被膜となっている。
10

第4図(A)は、本発明の第一実施例の構成図を示し、第3図(A)と同様な構造で、永久磁石60を矢印で示される方向に往復運動ができるようにしたものである。このときのターゲットに対する永久
15

20

磁石 6 0 の位置は第 4 図(A), (D)のようになる。第 4 図(D)は、この構成によるスパッタ特性のグラフである。このように永久磁石の往復運動の結果、磁界分布は均一化され、したがって膜厚分布、エッチング割合分布も均一化される。

第 5 図(A)は、第 3 図とは異った従来のターゲットの構成図であり、2 個の永久磁石 6 1 がポールビース 6 2 を介在して対向している。第 5 図(B)は、この場合の前記同様の特性を示すグラフである。この場合も、この図のように被膜は不均一になる。

第 6 図(A)は、本発明の第二実施例の構成図を示し、第 5 図(A)と同様な構造で、第 4 図(A)と同様に永久磁石 6 1 を往復運動できるようにしたものである。第 6 図(B), (D)は、永久磁石 6 1 を移動させたときの位置を示し、第 6 図(D)は、この場合のスパッタ特性を示すグラフである。この場合も第 4 図の場合と同様に被膜は均一化される。

これら本発明の要旨は、ターゲット内の永久磁石の往復運動することにより、永久磁石の形状・寸法・磁石の数には制約されない。

一般に比較的長いターゲットを用いる場合の永久磁石は 2 個以上の磁石より構成することが望ましい。この場合のポールビースの寸法・形状は制約されない。またターゲット寸法が一定の場合田区の数が多いほど駆動ストロークは小さくてすむが、多すぎると磁界が弱くカリスパッタ効果が少なくなるので、その選択には充分な工夫が必要である。

このようにターゲット内部に偏重な永久磁石を往復駆動させることにより、ターゲットのエッチング分布および膜厚分布を均一にすることができます。マグネットロン型スパッタ装置の生産を上げる上で大きな効果がある。

第 7 図は本発明の第三実施例の永久磁石の駆動機構の断面図である。ベースプレート 1 1 に取り付けられた絶縁ホルト 1 2 を介してターゲット 4 0 を固定して、O リング 1 0 1 で真空シールしてある。水シールド体 1 0 2 およびラック溝 1 0 3 を含む水冷管 1 0 7 に永久磁石 6 0 を固定したものをターゲット内部に押入し、ビニオン歯車 1 0 4

とラック溝 1 0 3 の噛み合せによりビニオン歯車の回転運動を永久磁石を含む水冷管 1 0 7 の直線運動に変換する構造になっている。冷却水は冷却水入口 1 0 5 より導入し、ターゲットと永久磁石の空間を通り水冷管 1 0 7 の内部を通過して冷却水出口 1 0 6 へ流出する。水シールド体 1 0 2 は冷却水の漏れを防止するものである。

第 8 図は本発明の水による永久磁石の駆動機構を示した第四の実施例の断面図である。両端部のベースプレート 1 1 に取付けられた絶縁ポート 1 2 を介して、水シールド体 1 0 2 を含むターゲット 4 0 を固定して 2 個の O リング 1 0 1 で真空シールしてある。中央部近辺に穴 1 0 9 と 1 1 2 のあいだ永久磁石 6 0 は、水冷管 1 1 0 と 1 1 3 の間に仕切板 1 0 8 と 1 1 1 を設けて水が互に流出しないように組合せた中央部に固定してある。水冷管 1 1 0 と 1 1 3 には永久磁石の穴 1 0 9 と 1 1 2 が一致するよう穴が設けてある。冷却水は冷却水入口 2 0 5 より導入してターゲットと永久磁石の穴 1 1 2 を通り、水冷管 1 1 0 の内部を

通って冷却水出口 2 0 6 より流出する。またもう一方の冷却水入口 3 0 5 からも冷却水を導入しターゲットと永久磁石の空間を通って永久磁石の穴 1 0 9 を通り水冷管 1 1 3 の内部を通過して冷却水出口 3 0 6 より流出する構造になっている。永久磁石を含む水冷管 1 1 0 , 1 1 3 の駆動は、冷却水入口 2 0 5 に導入する冷却水の圧力を一定にし、冷却水入口 3 0 5 に導入する冷却水の圧力を冷却水入口 2 0 5 の圧力より高くしたり低くしたりすることにより、永久磁石を含む水冷管 1 1 1 , 1 1 3 を往復駆動する構造になっている。冷却水の圧力を一定にする場所は反対でもよい。このときは冷却水の圧力を変化させる場所も反対にする必要がある。水シールド体 1 0 2 は冷却水の漏れを防止するものである。

なお本発明における往復運動は、定速運動であっても、カムを用いた単振動であつてもよい。

第 9 図は、従来のマグネットロン型スパッタ装置の他の構成図であり、第 2 図との相違は、ターゲット内の永久磁石 6 0 の代りに、コイルによる励

磁系6 5 およびターゲット4 0 内部に鉄芯6 0 5 を有するものであり、さらにターゲット4 0 に端板4 3 を備えている（端板の効果については、特願昭50-52696参照）。

この構造のスパッタ装置も第2図に示すスパッタ装置と同様に適当な負電圧をターゲットに供給し、励磁コイルに電力を供給し励起することによりターゲットと基板ホルダーの空間でマグネットロン放電を発生し、これによって生じた陽イオンがターゲットを衝撃して基板面に被膜を形成する。

第10図(A)は第9図におけるターゲット4 0 とその内部に設定された鉄芯6 0 5 を示す断面図であり、第10図(B)はこのターゲットを使用した場合のスパッタ特性を示すグラフである。

ターゲット軸方向の磁界強度分布aは、鉄芯6 0 5 のない場合の磁界強度分布dよりは改善されるが、不均一である。これに伴ってターゲットのエッチング割合b、基板上の膜厚分布cも不均一となっている。

第11図(A)は、本発明の第五実施例の構成図を

示し、第10図(A)における鉄芯6 0 5 を矢印の方向にあらかじめ定めた速度で往復運動できるようにしたものである。この鉄芯6 0 5 は第11図(B)に示す位置の範囲運動し、この結果のスパッタ特性は第11図(D)の磁界強度a、エッチング割合bおよび膜厚分布cのように均一化される。この実施例の要旨は、ターケット内部に備えられた鉄芯を往復駆動することにあり、鉄芯の形状・寸法には制約されるものではない。この鉄芯の寸法が大きすぎると磁力線の吸収が必要以上大きくなり、また鉄芯が長すぎると、駆動ストロークが長くなると共に必要以外の場所への磁力線の吸収が増して、必要な場所への磁力線の吸収が減りスパッタ効果も少なくなる。

一般に鉄芯は棒状ターゲットの冷却を行ったりために使用する冷却水導入用または排出用パイプの一部を磁性体で構成すると実用的である。

次に本発明を平板状電極との平面に平行な成分をもつ磁界との組合せによる電極構造に応用した場合の実施例を説明する。

第12図は平板状ターゲットを備えた従来のスパッタリング装置の構成図、第13図はそのターゲット部分の構成図である。これは第2図の棒状ターゲットとは内部機構の形状が異り平板状のターゲット4 0 と平板状の基板ホルダー4 1 が対向している。平板状ターゲット4 0 のイオン衝撃を受ける面の裏面に接して円錐状永久磁石6 3 1、円柱状永久磁石6 3 2及び円板状ヨーク6 3 3の三部分から成る円錐状発生機構6 3が設置され、これによりターゲットのイオン衝撃を受ける面の近傍の空間には矢印6 3 4に示される方向の磁力線を生じている。第13図(B)はターゲット4 0 の平面図であり、ターゲット面に対して平行な成分をもつ磁界は、破線a及び破線bで囲まれるような円錐状領域6 4 で、磁石の中心点Pから放射状に矢印6 3 4に示される方向に生じている。このような電極構造で放電を行うと、ターゲット近傍の放射状磁界が生じている円錐状領域にプラズマが閉じ込められる結果ターゲットはこの部分が強いイオン衝撃を受ける。第13図(C)はこのような

ターゲットを長時間スパッタリングした後のターゲットの消耗の様子を示すターゲット断面図である。図に示す如く、円錐領域に対応する部分402は深く侵蝕されるが、円錐領域からはずれたターゲットの中心部401及びターゲットの周辺部は殆んどエッチングを受けない。このためターゲットの寿命は円錐状の侵蝕の深さから決ってしまう。実用的な円形状ターゲットのが合寿命までターゲットを使用してもターケットの全体積の10～20%程度しか消費しないことがわかつた。

また、この形状の電極構造では第12図の基板ホルダー4 1 上にも第13図(B)で示されるような円錐状放射磁力線が生じているので、放電を行った複合電子はこの磁力線に向って磁界方向に移動する。この結果基板ホルダーへ入射する電子は、基板ホルダー面に垂直に入射することなく特別な方向性をもつことになり、これは基板上に形成される被膜の特性に悪い効果を及ぼす。第14図は、このような電極構造をもつ複合表面に凹凸がある基板の断面図を示す。図において矢印6 3 4に

示されるような磁界があった場合に、電子は多数の矢印 6 4 に示される方向に基板に入射する。このため基板の凹凸部を構成する壁面のうち、電子衝撃に晒らされる面 4 1 1 と電子衝撃を殆んど受けない面 4 1 2 ができる。このため基板表面に生じたスパッタ被膜のうち、第 1 4 図(B)で示されるように電子衝撃を多く受ける壁面 4 1 1 に接している部分 d と、電子衝撃を殆んど受けない壁面 4 1 2 に接している部分 e との被膜の特性が異なる。このような基板ホルダー上の局部的特性の異なる膜の生成は、例えば集積回路製造工程でアルミニウム配線を行ったシリコンウエハー基板上に石英ターゲットを用いて従来の方法により SiO₂ 被膜を行った場合に望ましくない現象となってあらわれる。第 1 4 図(B)はこの場合に SiO₂ 表面層を極く軽く濃品水溶液でエッチングした場合に生ずる欠陥を示す被膜のついたシリコンウエハー基板の断面図である。図において 4 1 3 はシリコンウエハーを、4 1 4 は厚さ約 2 ム幅約 1.0 ムで、紙面に垂直な方向に配線されたアルミニウムを示す。

スパッタリングにより厚さ約 1 ムの SiO₂ 膜 415 が第 1 4 図(A)に示すような状態で全体を被覆した後に、硫酸を含む水浴中に短時間浸された結果、電子衝撃を受けない側の被膜 d の一部に欠陥 416 が現われる。

更に従来の電極構造では第 1 3 図(C)で示されるイオン衝撃を殆ど受けないターゲット表面部分 4 0 1 及び 4 0 3 には汚染物が堆積して瘤を形成する。特にターゲットがアルミニウムの場合にはここに酸化膜が発達し、これがアーチ放電の発生する原因となる。アーチ放電が発生すると電源に損傷を与える危険性があるばかりでなく、ターゲットの局部的加熱が起り微粒子が被膜側に飛来してめぐらにも損傷を与える。また酸化膜が生じなくても表面汚染層は完全にイオン衝撃を受けない訳ではなく、無いスパッタリングが起り被膜中の不純物源となりこれが発達することとは好ましくない。

第 1 5 図(A)は、本発明の第六実施例のターゲット 4 0 と磁界領域 6 4 の関係を第 1 3 図(C)に対応して示した平面図である。被膜 d 及び e によって

囲まれる円環状放射磁界の領域 6 4 の中心点 Q はターゲットの中心点 P と離れており、かつ点 Q は P を中心とする円 C の上を回転する。このため第 1 3 図(C)の場合と比較してターゲットのイオン衝撃を受ける全面積は広くなる。第 1 5 図(B)はこのようにして長時間使用したターゲットの断面図で、外周部 4 0 3 が殆んど侵蝕されないが、中心部も含みより広い面 4 0 4 が侵蝕されることがわかる。このようにしてターゲットの寿命までに消費できる割合をふやすことができる。また、この方法によれば基板ホルダー面上における磁界の方向も時々色々変化し、これに応じて基板に入射する電子の方向も変化するので、第 1 4 図(A)で電子衝撃を強く受ける壁面と殆んど電子衝撃を受けない壁面とが存在するのに対して、本発明によれば、電子衝撃を受ける面と受けない面とが時間的に変り、時間平均をとるとすべての壁面が電子衝撃を充分均一に受け、基板全面にわたって均一な特性の被膜が形成される。またイオン衝撃を殆んど受けないようなターゲット表面積が減るために、汚

染層の形成がさまたげられ、これに伴うアーチ放電と被膜汚染の危険性を非常に低くすることができます。

第 1 6 図(A)は本発明を平板型ターゲットに応用した第七実施例におけるターゲットと環状の放射磁界の組合せを示す平面図である。図においてターゲット面は、被膜 d 及び e によって囲まれ点 Q を中心とするような比較的大きな 1 個の円環状の放射磁界領域 6 4 と破綻 e 及び f によって囲まれかつ点 R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ を夫々中心とするような比較的小さな 5 個の円環状の放射磁界領域 6 9 が形成されている。放射状磁界領域 6 4 はその中心 Q がターゲットの中心 P を中心とするような円 C の周上を回転するよう運動し、5 個の放射磁界領域 6 9 はその中心 R₁ ~ R₅ がターゲットの中心 P を中心とするような円 I の周上を回転するよう運動する。この結果、長時間使用したターゲットの断面図は第 1 6 図(B)に示されるようになる。この場合にはターゲットの侵蝕を受け面 4 0 4 は第 1 5 図(B)の場合にくらべて更にタ

ターゲット全面にわたり均一化され、ターゲットは更に有效地消費される。

以上円板状ターゲットに関する本発明の要旨は、ターゲット表面の磁界をターゲットに対して相対的に移動させながらターゲットの広い面が時間平均して比較的均一なイオン衝撃を受けるようにするための手段を提供することにあり、平板状ターゲットの形状とその裏側に設定される磁石の形状と磁石の数及びその駆動方法については制約されない。また磁界を発生手段として永久磁石を用いるものを説明したが、本発明の要旨はターゲットに対する磁界の相対的位置関係を時間的に変化させることにあり、磁界発生手段として、磁性材料を芯にした電磁石又は空芯の励磁コイルを使つてできる。電磁石又は励磁コイルを用いた場合、これらを駆動することによりターゲットと磁界との相対位置関係を時間的に変えるものは、前述の実施例で述べたことから容易に推察できる。

このほかに電磁石又は励磁コイルとターゲットの相対的位置関係を固定したままでも磁界を変え

ることもできる。第17図(A)は本発明によるスパッタリング装置の第八実施例の構成図を示す。これは第12図に對して、円形平板状ターゲットのイオン衝撃を受ける面の外周をとりまくようなターゲットと向電位のターゲット外周壁42が設けられていること、および磁界発生のために励磁コイル66を用いることに構造上の特徴がある。ターゲット外周壁42は密接にプラズマをターゲット前面の空間に発生するため本実施例においては有用な役割を果す。43はターゲット40の中心軸を示す。第17図(B)はターゲット40、ターゲット外周壁42及び励磁系の全体を示す平面図で励磁系はターゲット40の主平面に平行で矢印661に示される方向又はその反対方向の磁界を生ずることのできる一対の励磁コイル66と、ターゲット40の主平面に平行で矢印671に示される方向又はその反対方向の磁界を生ずることのできる一対の励磁コイル67とから構成される。この二対の励磁コイルを同時に駆動することにより、ターゲットの主平面に平行で例えは矢印

68に示されるような合成磁界を作ることができ。実際には励磁コイル66と67に位相差が90度づけた同じ振幅の交流電流を流し、大きさが一定でターゲット主平面に平行でその軸43のまわりに回転するような磁界を発生する。このような状態で真空容器内の圧力を $10^{-2} \sim 10^{-4}$ Torrに設定し、ターゲット40及びターゲット外周壁42にターゲット40に負の電圧を印加すると放電が起り、この際ターゲットから放出された電子は、ターゲット主平面に垂直方向の電界と共に平行な電界の形成する直交電磁空間で運動を行う。電界が回転しない場合の電子の運動は、トロコイダル運動として知られているが、電界が回転する場合の電子の運動は、非常に複雑な運動を行ない、放電時間に長時間拘束されるので、密接なプラズマがターゲット面上に均一に生ずる。

以上円形平板状ターゲットに平行な回転磁界を励磁コイルに流す電流によって発生した直交回転電磁界の説明を行なつたが、本発明の主旨はターゲットと磁界との相対的位置関係を時間的に変動

することにありターゲットの形状及び励磁コイルの具体的な形状等を制約するものではない。

図面の簡単な説明

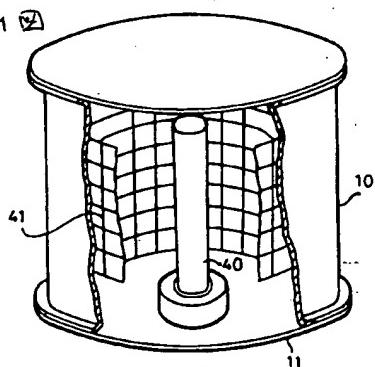
第1図は従来のマクストロン型スパッタ装置の一断面構成図、第2図はその構成図、第3図(A)および(B)はそのターゲット部分の断面図およびスパッタ特性のグラフ、第4図(A), (B), (C)および(D)は本発明の第一実施例のターゲット断面図(A, B, C)およびそのスパッタ特性のグラフ、第5図(A)および(B)は他の従来のターゲット断面図およびそのスパッタ特性のグラフ、第6図(A), (B), (C)および(D)は本発明の第二実施例のターゲット断面図(A, B, C)およびそのスパッタ特性のグラフ、第7図は本発明の第三実施例の磁石駆動機構の断面図、第8図は本発明の第四実施例の磁石駆動機構の断面図、第9図は従来の他のスパッタ装置の構成図、第10図(A)および(B)はそのターゲットの断面図およびスパッタ特性のグラフ、第11図(A), (B), (C)および(D)は本発明の第五実施例のターゲット

下断面図(A~C)およびそのスペッタ特性のグラフ、第1~2図は従来の平板型スパッタ装置の構成図、第1~3図(A), (B)および(C)はそのターゲット助面図、平面図および消耗した断面図、第1~4図(A), (B)および(C)は従来の基板の状態の断面図、第1~5図(A)および(B)は本発明の第六実施例のターゲット平面図および助面図、第1~6図(A)および(B)は本発明の第七実施例のターゲット平面図および助面図、第1~7図(A)および(B)は本発明の第八実施例のスパッタ装置の構成図およびターゲット平面図である。図において10……直空容器、11……ベースフレート、12……絶縁ホルト、13, 14……シールド、15……絶縁スペーサ、20……排気系、30……ガス導入系、40……ターゲット、41……基板ホルダー、42……ターゲット外周壁、43……中心軸、50……スパッタ電源、60, 61, 63, 631, 632……永久磁石、62……ホールピース、64, 69……磁界領域、65, 66, 67……励磁コイル、68, 634……磁界の矢印、101……Oリング、102……

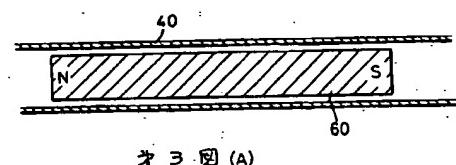
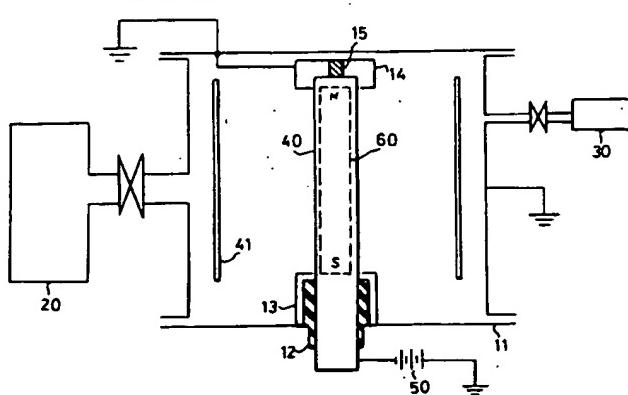
水シール体、103……ラック筒、104……ビニオン歯車、105, 205, 305……冷却水入口、106, 206, 306……冷却水出口、107, 110, 113……水冷管、108, 111……仕切板、109, 112……穴、401, 402, 403, 404……ターゲットの部分、411, 412……基板照射面、413……シリコンウェーハ、414……アルミ配線、415……SiO₂膜、416……欠陥部分、605……鉄芯、633……ヨーク、661, 671……万能の矢印である。

代理人弁理士内原晋

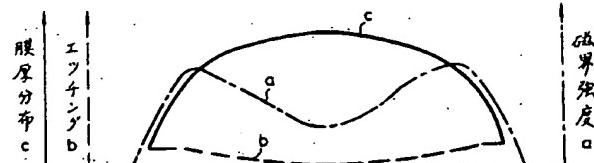
オ1図



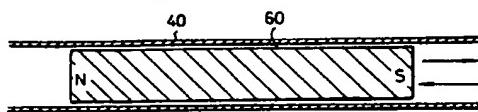
オ2図



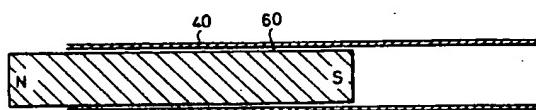
オ3図(A)



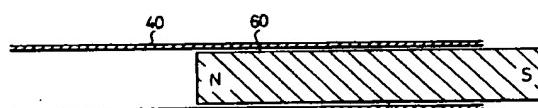
オ3図(B)



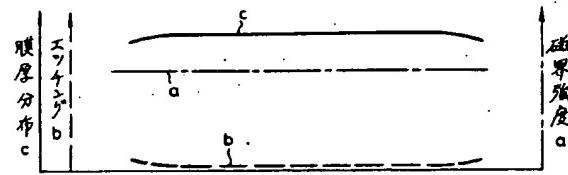
第4図(A)



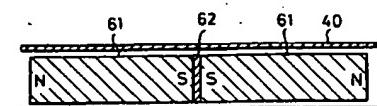
第4図(B)



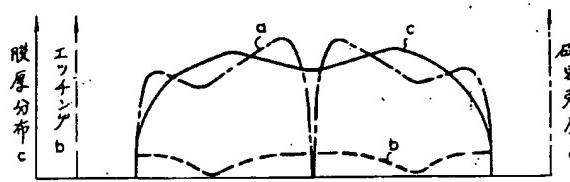
第4図(C)



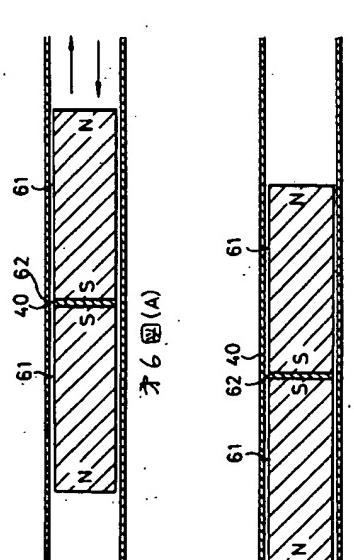
第4図(D)



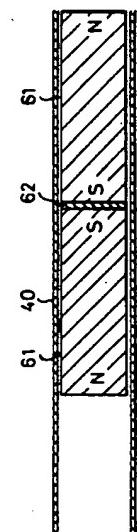
第5図(A)



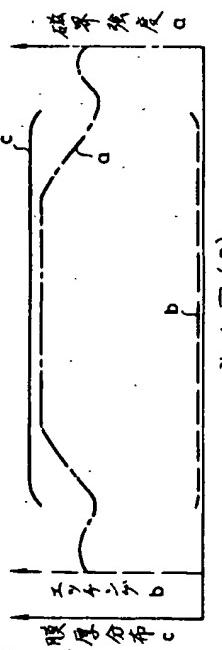
第5図(B)



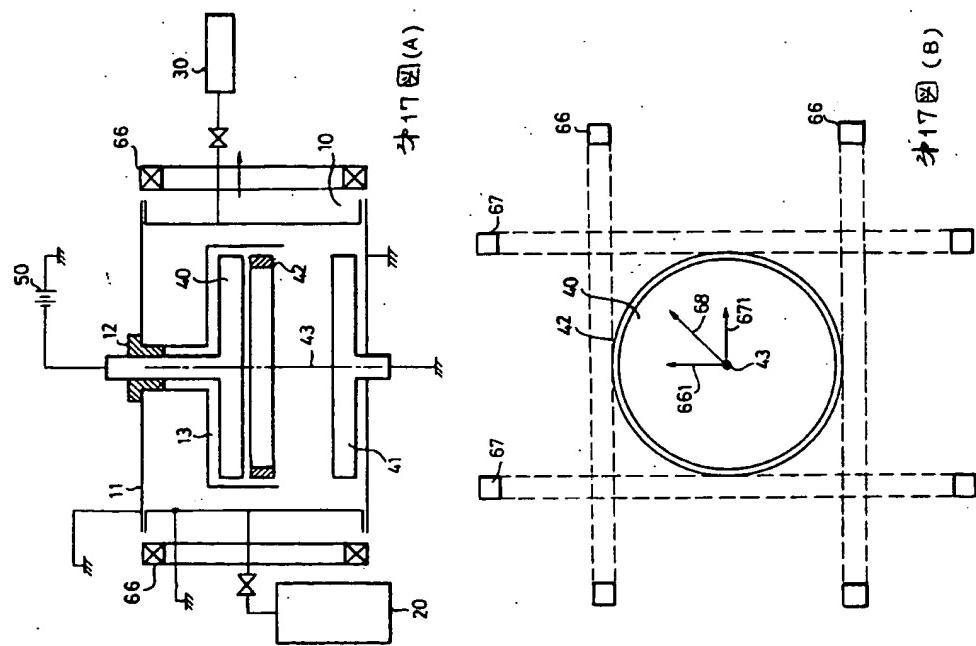
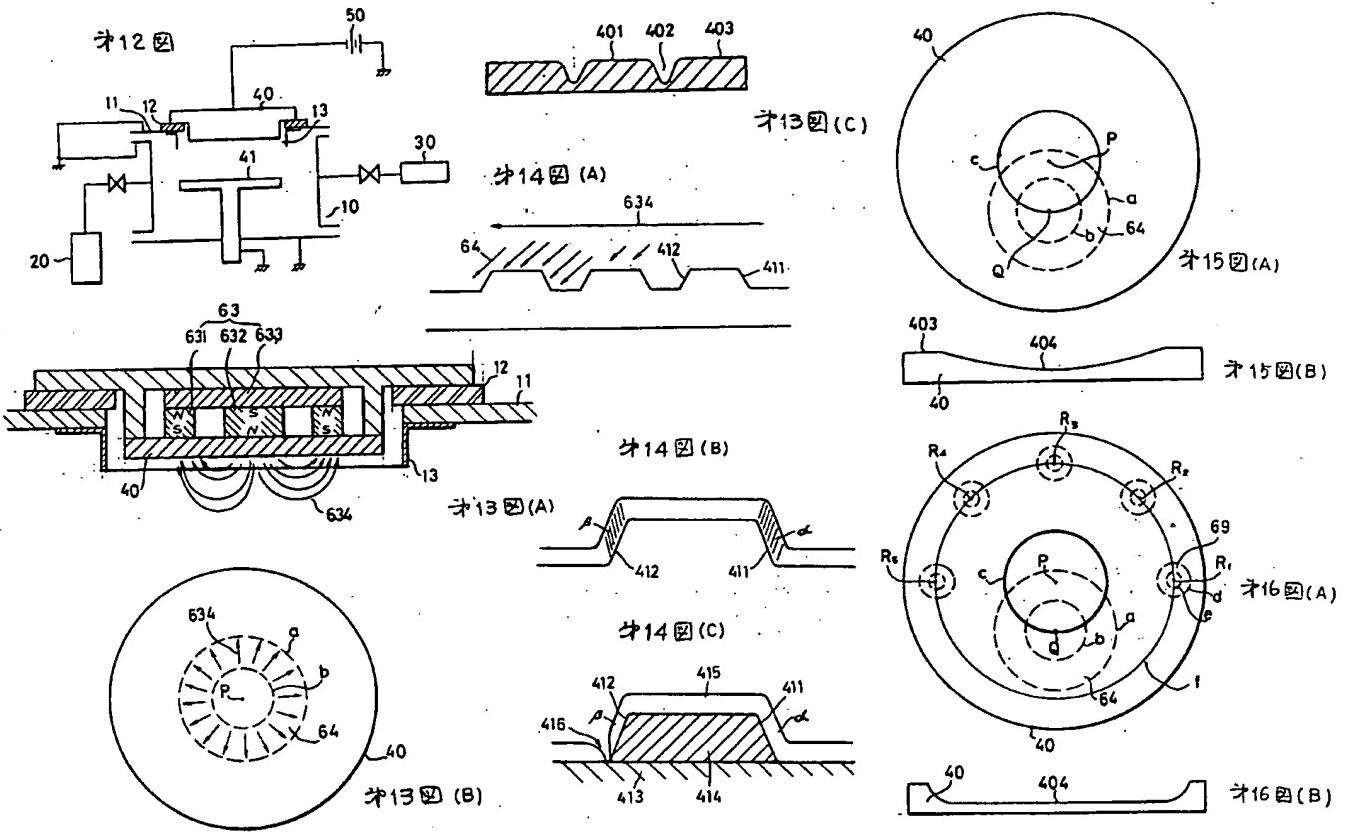
第6図(A)

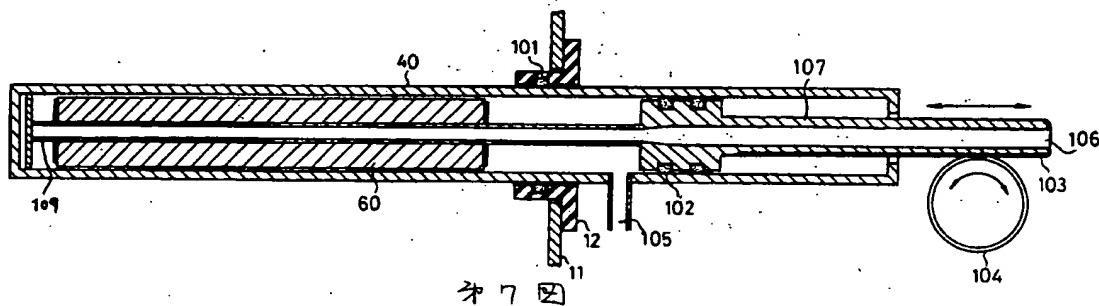


第6図(B)

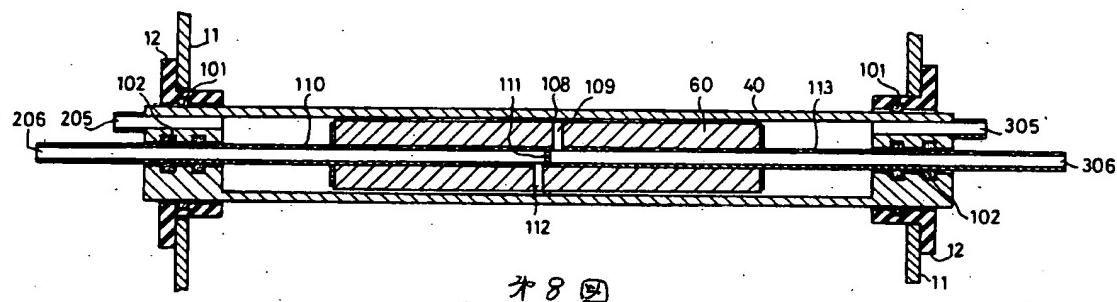


第6図(C)

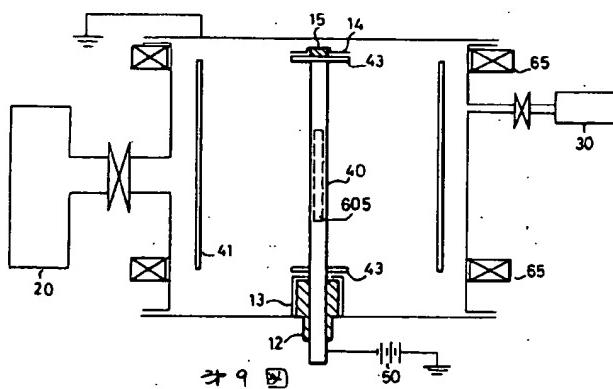




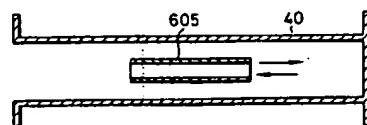
六七四



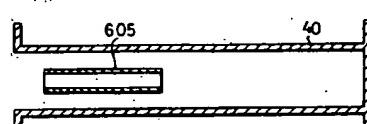
第8回



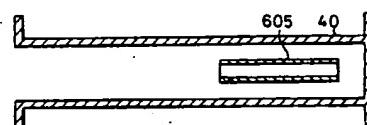
29



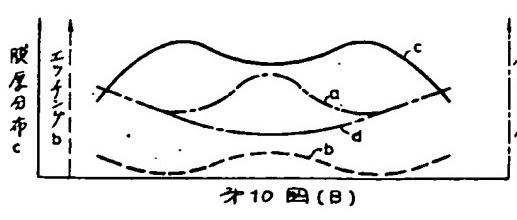
第11圖(A)



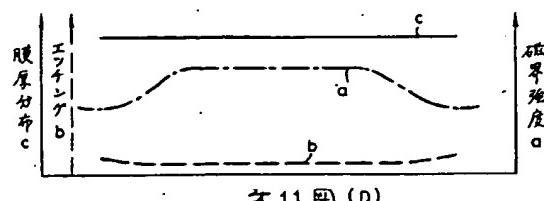
第11圖(B)



第11題(c)



才10 因(日)



第11題(D)